

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-215467

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl.

H04N 17/04

G01B 11/00

G01B 11/24

H01J 9/44

(21)Application number : 09-016700

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.01.1997

(72)Inventor : HORIUCHI TATSUO

KITAGAWA TAIJI

KAWAME KEISUKE

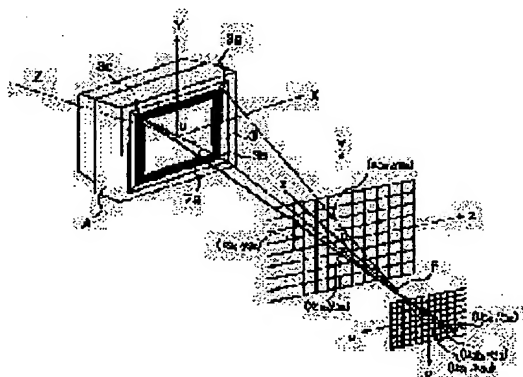
TANAKA SHINJI

## (54) POSITION MEASUREMENT METHOD AND POSITION MEASUREMENT SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure a raster shape of a video display device placed easily with high accuracy.

**SOLUTION:** Measurement points 3a, 3b, 3c are decided on a video display device A and coordinates (X3a, Y3a, Z3a), (X3b, Y3b, Z3b), and (X3c, Y3c, Z3c) in the XYZ coordinate system are calculated. Coordinates (u3a, v3a), (u3b, v3b), and (u3c, v3c) of the image at each measurement point projected on a UV plane is converted into coordinates (x3a, y3a), (x3b, y3b), and (x3c, y3c) on an ideal plane xy. A map function from the coordinate system XYZ into the coordinate system xy is generated by using the coordinates (x3a, y3a), (x3b, y3b), and (x3c, y3c), a distance (calculated in advance) from the ideal plane xy to a lens principle point F and the coordinates (X3a, Y3a, Z3a), (X3b, Y3b, Z3b), and (X3c, Y3c, Z3c) at each measurement point. An inverse map function from the coordinate system xy into the coordinate system XYZ is generated by using the map function and design information of the video display device A. A raster image of the video display device A projected on the ideal plane xy via the uv plane is inversely mapped onto the coordinate system XY by using the inverse map function.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-215467

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 17/04

H 0 4 N 17/04

J

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

11/24

11/24

K

H 0 1 J 9/44

H 0 1 J 9/44

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-16700

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 堀内 立夫

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 北川 泰治

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 川目 啓介

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

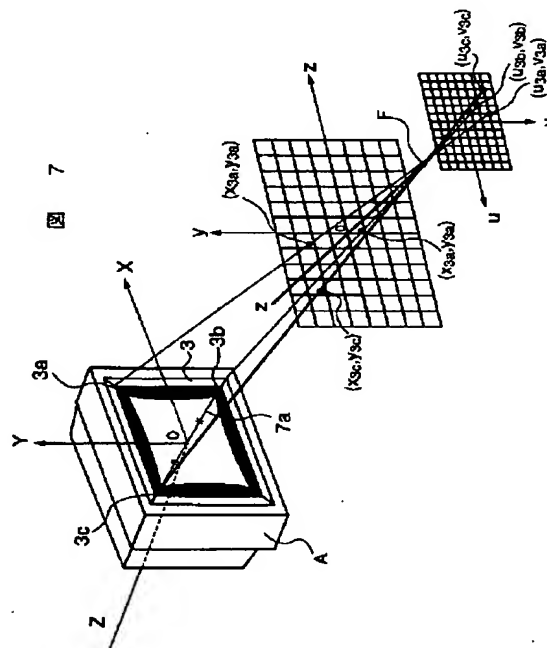
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定方法及び位置測定システム

(57) 【要約】

【課題】無造作に配置した映像表示機器のラスタ形状を高精度に測定する。

【解決手段】映像表示機器A上に測定点3a, 3b, 3cを定め、座標系XYZにおける各測定点の座標( $X_{3a}, Y_{3a}, Z_{3a}$ ), ( $X_{3b}, Y_{3b}, Z_{3b}$ ), ( $X_{3c}, Y_{3c}, Z_{3c}$ )を算出する。uv平面に投影した各測定点の像の座標( $u_{3a}, v_{3a}$ ), ( $u_{3b}, v_{3b}$ ), ( $u_{3c}, v_{3c}$ )を理想平面xy上の座標( $x_{3a}, y_{3a}$ ), ( $x_{3b}, y_{3b}$ ), ( $x_{3c}, y_{3c}$ )に変換する。この座標( $x_{3a}, y_{3a}$ ), ( $x_{3b}, y_{3b}$ ), ( $x_{3c}, y_{3c}$ )と、理想平面xyからレンズ主点F迄の距離(予め算出)と、各測定点の座標( $X_{3a}, Y_{3a}, Z_{3a}$ ), ( $X_{3b}, Y_{3b}, Z_{3b}$ ), ( $X_{3c}, Y_{3c}, Z_{3c}$ )を用い、座標系XYZから座標系xyへの写像関数を作成する。この写像関数と映像表示機器Aの設計情報を用い、座標系xyから座標系XYZへの逆写像関数を作成する。uv平面を介して理想平面xyに投影した映像表示機器Aのラスタの像を、この逆写像関数を用いて座標系XYへ逆写像する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズの主点から当該レンズの主点に対して所定の間隔の位置に配置された撮像面上に、既知の3次元形状情報で表された3次元形状を有する物体の投影像を投影し、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標を、前記撮像面上における前記物体の投影像に含まれる前記特徴点の投影像の位置を表す座標から算出する位置検出方法であって、

前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標の算出に先立ち、

予め準備したテストパターンの投影像を前記レンズの主点から前記撮像面上に投影し、前記テストパターンと前記撮像面との間の間隔を変化させて当該間隔の変化の前後における前記テストパターンの投影像の大きさの変化率を検出するステップと、

前記テストパターンと前記撮像面との間の間隔の変化量に対する前記テストパターンの投影像の大きさの変化率の比に基づいて、前記レンズの主点から前記撮像面迄の距離を算出するステップと、

互いに異なる3点以上の既知の座標の位置に定義した測定点の投影像を前記レンズの主点から前記撮像面上に投影し、前記撮像面上における前記各測定点の投影像の位置を表す座標を算出するステップと、

前記レンズの主点から前記撮像面迄の距離と、前記各測定点の位置の座標と、前記撮像面上における前記各測定点の投影像の位置の座標と、前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報とに基づいて、前記撮像面上における当該撮像面上に位置する各点の座標に前記物体の表面上に位置する各点の座標を対応付ける対応情報を算出するステップとを有し、

当該位置検出方法は、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標として、前記対応情報から当該対応情報が前記撮像面上における前記特徴点の投影像の位置を表す座標に対応付ける座標を取り出すことを特徴とする位置測定方法。

【請求項2】 請求項1記載の位置測定方法であって、前記テストパターンとして、既知の位置情報に従って配列された複数のマーカを準備し、

当該位置測定方法は、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標の算出に先立ち、更に、前記複数のマーカの位置情報と、前記撮像面上における当該複数のマーカの像の位置の座標とに基づいて、前記レンズの主点から前記撮像面上に投影される像の歪みを算出する第七算出手段と、

前記第七算出手段が算出した前記歪み量に基づいて、前記対応情報に含まれる誤差を補正するステップを有することを特徴とする位置測定方法。

【請求項3】 撮像レンズと撮像面とからなる結像光学系を有する撮像装置で、既知の3次元形状情報により表された3次元形状を有する物体を撮像し、当該物体の表面

上に現れた特徴点の位置の座標を、前記撮像装置が撮像した像に含まれている前記特徴点の像の位置の座標に基づいて算出する位置測定システムであって、

前記物体の撮像に先立って、前記撮像装置の正面に配置され、当該撮像装置がテスト用画像として撮像するためのテストパターンを表示する表示板と、

前記撮像装置の撮像レンズに対して前記表示板を前後に移動させる移動装置と、

前記表示板が移動した距離に対する当該表示板の移動の前後における前記テストパターンの大きさの変化率の比を算出する第一算出手段と、

前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報に基づいて、前記物体の表面上に予め定義した3点以上の測定点の位置の座標を算出する第二算出手段と、

前記撮像面上における前記各測定点の像の位置の座標を算出する第三算出手段と、

前記第二算出手段が算出した座標と、前記第三算出手段が算出した座標とに基づいて、前記撮像レンズの主点から前記撮像面迄の距離を算出する第四算出手段と、

前記第一算出手段が算出した比と、前記第四算出手段が算出した距離と、前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報とに基づいて、前記物体の表面上の位置の座標を、前記撮像面上における前記物体の像上の位置の座標に対応付ける対応情報を算出する第五算出手段と、

前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標として、前記対応情報から、当該対応情報が前記撮像面上における前記特徴点の像の位置の座標に対応付ける座標を取り出す第六算出手段と、

前記第六算出手段が算出した前記座標を出力する出力手段とを備えることを特徴とする位置測定システム。

【請求項4】 請求項3記載の位置測定システムであって、

前記表示板は、前記テストパターンとして、既知の位置情報に従って配列された複数のマーカの行列を表示し、当該位置測定システムは、更に、

前記複数のマーカの位置情報と、前記撮像面上における前記複数のマーカの像の位置の座標とに基づいて、前記撮像装置が撮像した像の歪みを算出する第七算出手段と、

前記第七算出手段が算出した前記歪み量に基づいて、前記対応情報に含まれる誤差を補正する補正手段を備えることを特徴とする測定位置測定システム。

【請求項5】 既知の位置情報に従って配列された複数のマーカの行列が表示された表示板と、

前記表示板を移動させる移動手段とを備えることを特徴とする校正用装置。

【請求項6】 偏向コイルが形成した磁界によって電子ビームを偏向させて、パネル上にラスタを形成するブラウン管を備えた映像表示機器であって、

外部から前記ラスタの歪み量の入力を受け付ける入力手

段と、

前記入手段が新たな入力を受付けた場合に、当該新たな入力によって入力された前記ラスタの歪みを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶している前記ラスタの歪みに応じて、前記ブラウン管の偏向コイルに与える電流を補正する補正手段とを備えることを特徴とする映像表示機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラーディスプレイモニタ、テレビジョン受像機その他の画像表示機器のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの幾何学的歪みの調整技術に関する。

【0002】

【従来の技術】図11に示すように、カラーディスプレイモニタ、テレビジョン受像機その他の画像表示機器のブラウン管の蛍光面上に形成されたラスタには、糸巻き形歪み、樽形歪み等の幾何学的歪みが発生している。そこで、映像表示機器の製造工程の最終段階には、このラスタの幾何学的歪みを測定、調整する幾何学調整工程が必須とされている。

【0003】さて、一般の幾何学調整工程におけるラスタの幾何学的歪みの測定は、専ら、目視によって行われている。そして、多くの場合、測定者の視線の方向の変動による測定誤差を防止するために、図12に示すように、二枚の透明なスケール板10a,10bを重ね合わせて使用する等の簡単な工夫が為されている。二枚のスケール板10a,10bの目盛が一致するような方向aから映像表示機器11のブラウン管面のパネル11aを覗き込むように留意していれば、視線aを水平に保ちながら視点を移動させることができるためである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記目視による測定方法(以下、従来の測定方法と呼ぶ)には、測定結果に、個人誤差(例えば、スケール板の目盛の読み取り誤差)や、測定者の過失による誤差(例えば、スケール板10a,10bの目盛の読み誤り、2枚のスケール板10a,10bのズレ等)が現れ易いという欠点がある。更に、使用している2枚のスケール板10a,10bにはそれぞれ器差があることを考慮すると、従来の測定方法によって信頼性の高い測定を行うのは困難である。

【0005】また、測定現場においては、作業の効率化を図るために、通常、測定者の前に映像表示機器がベルトコンベアで次々と搬送されるようになっていたため、映像表示機器11のブラウン管面のパネル11aを覗き込むという無理な作業姿勢を長時間に渡って測定者に強いるということも問題視されるようになっていた。

【0006】そこで、CCDカメラを利用することによって、こうしたラスタの歪みの測定を自動化する各種の試みも為されているが、実際の測定現場への導入に当

たっては、ベルトコンベアで無造作に搬送されてくる映像表示機器のブラウン管のパネルに対するCCDカメラの位置決め自動化という課題を解決する必要がある。ところが、個々の映像表示機器のブラウン管のパネルに対してCCDカメラを自動的に位置決めするシステムの導入には相当なコストが見込まれるため、コストダウンの要求の傾向が一層強まりつつある現状においては、こうしたシステムの導入は歓迎されていない。

【0007】そこで、本発明は、無造作に配置された映像表示装置のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの形状を精度良く自動測定することを可能とすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、レンズの主点から当該レンズの主点に対して所定の間隔の位置に配置された撮像面上に、既知の3次元形状情報で表された3次元形状を有する物体の投影像を投影し、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標を、前記撮像面上における前記物体の投影像に含まれる前記特徴点の投影像の位置を表す座標から算出する位置検出方法であって、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標の算出に先立って、予め準備したテストパターンを前記レンズの主点から前記撮像面上に投影し、前記テストパターンと前記撮像面との間の間隔を変化させて当該間隔の変化の前後における前記テストパターンの投影像の大きさの変化率を検出するステップと、前記テストパターンと前記撮像面との間の間隔の変化量に対する前記テストパターンの投影像の大きさの変化率の比に基づいて、前記レンズの主点から前記撮像面迄の距離を算出するステップと、互いに異なる3点以上の既知の座標の位置に定義した測定点の投影像を前記レンズの主点から前記撮像面上に投影し、前記撮像面上における前記各測定点の投影像の位置を表す座標を算出するステップと、前記レンズの主点から前記撮像面迄の距離と、前記各測定点の位置の座標と、前記撮像面上における前記各測定点の投影像の位置の座標と、前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報とに基づいて、前記撮像面上における当該撮像面上に位置する各点の座標に前記物体の表面上に位置する各点の座標を対応付ける対応情報を算出するステップとを有し、当該位置検出方法は、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標として、前記対応情報から当該対応情報が前記撮像面上における前記特徴点の投影像の位置を表す座標に対応付ける座標を取り出すことを特徴とする位置測定方法を提供する。

【0009】また、この位置測定方法による測定を実行するシステムとして、撮像レンズと撮像面とからなる結像光学系を有する撮像装置で、既知の3次元形状情報により表された3次元形状を有する物体を撮像し、当該物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標を、前記撮像装

置が撮像した像に含まれている前記特徴点の像の位置の座標に基づいて算出する位置測定システムであって、前記物体の撮像に先立って、前記撮像装置の正面に配置され、当該撮像装置がテスト用画像として撮像するためのテストパターンを表示する表示板と、前記撮像装置の撮像レンズに対して前記表示板を前後に移動させる移動装置と、前記表示板が移動した距離に対する当該表示板の移動の前後における前記テストパターンの大きさの変化率の比を算出する第一算出手段と、前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報に基づいて、前記物体の表面上に予め定義した3点以上の測定点の位置の座標を算出する第二算出手段と、前記撮像面上における前記各測定点の像の位置の座標を算出する第三算出手段と、前記第二算出手段が算出した座標と、前記第三算出手段が算出した座標とに基づいて、前記撮影レンズの主点から前記撮像面迄の距離を算出する第四算出手段と、前記第一算出手段が算出した比と、前記第四算出手段が算出した距離と、前記物体の3次元形状を表す3次元形状情報とに基づいて、前記物体の表面上の位置の座標を、前記撮像面上における前記物体の像上の位置の座標に対応付ける対応情報を算出する第五算出手段と、前記物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標として、前記対応情報から、当該対応情報が前記撮像面上における前記特徴点の像の位置の座標に対応付ける座標を取り出す第六算出手段と、前記第六算出手段が算出した前記座標を出力する出力手段とを備えることを特徴とする位置測定システムを提供する。

【0010】本位置測定方法及び位置測定システムによれば、まず最初に、テストパターンを用いて、前記撮像面上の位置と前記物体の表面上の位置とを対応付ける対応情報が算出されるため、レンズと撮像面とによって構成される結像光学系において物体がどのような姿勢で配置されていても(即ち、物体の姿勢を調整することなく)、この物体の表面上に現れた特徴点の位置の座標を測定することが出来る。また、本位置測定方法及び位置測定システムを採用すれば、実質的な測定に人間が関与する必要が殆どなくなるため、測定者の作業条件が大幅に改善される上に、測定結果に個人誤差や過失による誤差が含まれることがなくなり、従来の測定方法よりも、格段に信頼性の高い測定を行うことが出来るようになる。尚、従来の測定方法とは異なり、器差が問題となるような測定器具(スケール)を使用する必要がないことも、測定の信頼性の向上に大きく寄与している。

【0011】また、本位置測定システムは、少なくとも、1台の撮像装置、1台の情報処理装置(前記第一算出手段等の一連の算出手段の機能を実現するもの)、撮像装置と情報処理装置との間に介在させるAD変換器、校正用装置(前記表示板と前記移動装置に該当するもの)によって構成することができるため、コスト面における厳しい要求もクリアすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る一実施の形態について説明する。

【0013】最初に、図1により、本実施の形態に係る形状測定方法による形状測定の実行に適したシステムの基本構成について説明する。

【0014】本システムは、測定対象である映像表示機器Aを正面から撮像するように配置された撮像装置12と、撮像装置12から出力されるアナログ画像データ $a_1$ をデジタル変換するAD変換器13と、AD変換器13から出力されるデジタル画像データ $a_2$ から映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2a上に表示されたラスターの幾何学的歪み量を算出する処理部21と、測定者からのデータ入力を受付ける入力装置18と、処理部21で算出された幾何学的歪み量を出力する出力装置17とを備えている。撮像装置12としては、撮影レンズ12aによってCCD撮像素子12bの受光面上に被写体の像を結像させる撮像装置(例えば、CCDカメラ)を使用すればよい。

【0015】そして、処理部21は、本測定システム全体の制御処理及び後述の形状測定処理を実行するプロセッサ15と、プロセッサ15が実行する処理を定義した各種プログラム等を格納したメモリ16と、撮像装置12から入力されたデジタル画像データ $a_2$ を蓄積する画像メモリ14と、プロセッサ15の指示に応じて映像表示機器Aの映像回路20に与える制御信号 $a_3$ を発生する信号発生器19とを備える。そして、撮像装置12から入力されてくるデジタル画像データ $a_2$ は、プロセッサ15によって定期的に画像メモリ14に蓄積されるようになっている。

【0016】一方、映像表示機器A側では、処理部21の信号発生器19が与える制御信号に応じて、ブラウン管2の電子銃(不図示)が発射する電子ビームを変調させる映像信号 $a_4$ が映像回路20から出力される。その結果、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2a上に、テスト用画像として、複数のドットを縦横に並べた画像が表示される(図8参照)。

【0017】次に、図2により、後述の前処理に際して使用する校正用装置Bの構造について説明する。尚、この校正用装置Bの使用方法は、図1の測定システムによる形状測定方法の説明とあわせて後述することにする。

【0018】本校正用装置Bの校正板22の前面上には、予め定めた配列規則(本実施の形態では、格子配列)に従って、校正板22の地色(本実施の形態では、白色)に対してコントラストの高い色彩(本実施の形態では、黒色)のインクでマーク $m(1,1), \dots, m(2k+1, 2n+1)$ が付してある。これらのマーク $m(1,1), \dots, m(2k+1, 2n+1)$ は、測定対象である映像表示機器の正面と同程度の幅 $w$ 及び高さ $h$ の領域内に付されていることが望ましい。

【0019】そして、この校正板22の姿勢を微調節することができるように、 $\theta_1$ 方向へ回転可能な回転テーブル23上に校正板22を固定し、更に、Z軸に対して傾斜可能な傾斜テーブル24上に回転テーブル23を固定してある。また、この校正板22の位置を微調節することができるように、X軸方向へ移動可能な移動テーブル25上に傾斜テーブル24が固定されている。移動テーブル25と傾斜テーブル24と回転テーブル23とは、それぞれ目盛26a、26b、26cが付けられており、これらの目盛26a、26b、26cによって基準位置26a<sub>1</sub>、26b<sub>1</sub>、26c<sub>1</sub>からの校正板22の変位量(X軸方向への移動距離、Z軸に対する傾斜角、 $\theta_1$ 方向への回転角)を測定することができるようになってい

る。  
【0020】次に、本実施の形態に係る形状測定方法について説明する。但し、ここでは、処理部21のメモリ16には、既に、測定対象である映像表示機器Aの設計情報(ブラウン管2のパネル2aの表面形状情報、ブラウン管2のパネル2aを囲う外枠3の形状情報、後述の前処理において使用する3点の測定点(本実施の形態では、ブラウン管2のパネル2aを囲う外枠3のコーナ3a、3b、3c(図5参照))の位置情報等)と、校正用装置Bの校正板22上における各マーカーm(1,1),...,m(2k+1,2n+1)の中心の座標データが格納されているものとする。

【0021】まず、形状測定処理の実行に先立ち、測定者は、以下に示す前処理を実行しておく必要がある。

【0022】図3に示すように、撮影装置12の正面に校正用装置Bを配置し、撮影装置12が撮像した像を観察しながら、以下に示すような手順で、撮影装置12に対する校正用装置Bの校正板22の位置と姿勢をそれぞれ調節する。まず、撮影装置12の撮像範囲内に校正板22の全面が収まるように、移動テーブル25上で傾斜テーブル24を移動させる。更に、撮影装置12のCCD撮像素子12aの受光面に対して校正板22の前面が平行になるように、具体的には、撮影装置12が撮像した像上でマーカーm(1,1),m(2n+1,1),m(1,2k+1),m(2n+1,2k+1)の像の中心を頂点とする四角形が長方形となるように、回転テーブル23の回転角と傾斜テーブル24の傾斜角をそれぞれ調節する。

【0023】以上の校正用装置Bのセッティングが終了したら、前処理の実行を指示する第一コマンドを入力装置18から入力する。この第一コマンドの発行により、処理部21のプロセッサ15は、以下に示す演算処理の実行を開始する。

【0024】校正板22上に、図4(A)に示すように、配列の中央に位置するマーカーm(n+1,k+1)の中心を原点Oとする直交2次元座標系xyを新たに定義し、予めメモリ16に格納されている各マーカーm(1,1),...,m(2k+1,2n+1)の中心の座標データ

を、この直交2次元座標系xyにおける座標データ(x<sub>11</sub>,y<sub>11</sub>),..., (x<sub>2n+1-2k+1</sub>,y<sub>2n+1-2k+1</sub>)に座標変換する。

【0025】一方、撮影装置12が撮像した像上にも、図4(B)に示すように、画像メモリ座標の中心を原点O'とする直交2次元座標系uvを定義し、画像メモリ14に蓄積されている最新のデジタル画像データを用いて、この直交2次元座標系uvにおける各マーカーの像m'(1,1),...,m'(2n+1,2k+1)の中心の座標データ(u<sub>11</sub>,v<sub>11</sub>),..., (u<sub>2n+1-2k+1</sub>,v<sub>2n+1-2k+1</sub>)をそれぞれ算出する。

【0026】その後、最小二乗法を用いて、直交2次元座標系xyにおける各マーカーm(1,1),...,m(2n+1,2k+1)の中心の座標データ(x<sub>11</sub>,y<sub>11</sub>),..., (x<sub>2n+1-2k+1</sub>,y<sub>2n+1-2k+1</sub>)を、それぞれ、直交2次元座標系uvにおける自身の像の中心の座標データ(u<sub>11</sub>,v<sub>11</sub>),..., (u<sub>2n+1-2k+1</sub>,v<sub>2n+1-2k+1</sub>)を含む近似関数(数1及び数2)で近似する。

【0027】

【数1】

$$x = \sum_j \sum_i a_{ij} u^i v^j \quad \cdots \text{数1}$$

【0028】

【数2】

$$y = \sum_j \sum_i b_{ij} u^i v^j \quad \cdots \text{数2}$$

【0029】尚、 $0 \leq i+j \leq 4$ 程度とすれば、後述の画像歪みの補正演算において問題となる程の近似誤差が生じることはない。

【0030】そして、撮影装置12の撮影レンズ12aの歪曲収差等に起因する画像歪みを含む直交2次元座標系uvにおける座標データ(u,v)を、画像歪みを含まない理想的な直交2次元座標系xyにおける座標データ(x,y)に座標変換する補正関数として、この近似関数をメモリ16に格納しておく。

【0031】また、この補正関数(数1及び数2)を用いて、2つのマーカーm(1,n+1),m(2k+1,n+1)の像の中心の座標データ(u<sub>1n+1</sub>,v<sub>1n+1</sub>),(u<sub>2k+1n+1</sub>,v<sub>2k+1n+1</sub>)を、直交2次元座標系xyにおける座標データ(x<sub>1n+1</sub>,y<sub>1n+1</sub>),(x<sub>2k+1n+1</sub>,y<sub>2k+1n+1</sub>)に座標変換する。そして、この2つの座標データ(x<sub>1n+1</sub>,y<sub>1n+1</sub>),(x<sub>2k+1n+1</sub>,y<sub>2k+1n+1</sub>)の示す位置間の距離M<sub>0</sub>を算出し、メモリ16に格納しておく。

【0032】さて、第一コマンドを入力した後、測定者は、移動テーブル25を移動させて、図6に示すように、校正板22を、当初の位置T<sub>0</sub>から距離e(50mmから100mm程度が適当)だけ離れた位置T<sub>1</sub>に移動さ

せる。その後、前処理の続行を指示する第二コマンドを入力装置18から入力する。この第二コマンドの発行により、処理部21のプロセッサ15は、以下に示す演算処理の実行を開始する。

【0033】画像メモリ14に蓄積されている最新のデジタル画像データを用いて、直交2次元座標系 $uv$ における2つのマーカー $m(1, n+1), m(2k+1, n+1)$ の像の中心の座標データ $(u_{1, n+1}, v_{1, n+1}), (u_{2k+1, n+1}, v_{2k+1, n+1})$ をそれぞれ算出する。その後、補正関数(数1及び数2)を用いて、この2つの座標データ $(u_{1, n+1}, v_{1, n+1}), (u_{2k+1, n+1}, v_{2k+1, n+1})$ を、直交2次元座標系 $xy$ における座標データ $(x_{1, n+1}, y_{1, n+1}), (x_{2k+1, n+1}, y_{2k+1, n+1})$ に座標変換する。そして、この2つの座標データ $(x_{1, n+1}, y_{1, n+1}), (x_{2k+1, n+1}, y_{2k+1, n+1})$ の示す位置間の距離 $M_1$ を算出する。その後、次式を用いて、撮像カメラ12の撮影レンズ12aの主点Fから当初の校正板22の位置T。(即ち、 $xy$ 直交2次元座標系迄の距離 $g$ 、即ち、撮像カメラ12の撮影レンズ12aの主点Fから $xy$ 直交2次元座標系迄の距離 $g$ を算出する。そして、これをメモリバッファに格納しておく。

【0034】

【数3】

$$g = \frac{e}{K-1} \quad \dots \text{数3}$$

【0035】ここで、 $K = M_1/M_0$ である。

【0036】以上の前処理が終了したら、実際の形状測定を開始するため、測定者は、校正用装置Bに換えて、測定対象である映像表示機器Aを撮影装置12の正面に配置する。このとき、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aを、当初の校正板22の位置T。辺りに位置させることが望ましい。少なくとも前述の補正関数(数1及び数2)が有効である範囲で、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aを撮影する必要があるからである。その後、形状測定処理の開始を指示するコマンドを測定者が入力装置18から入力すると、このコマンドの発行によって、処理部21のプロセッサ15が、以下に示す形状測定処理の実行を開始する。

【0037】まず、測定者に対して、3つの測定点3a, 3b, 3cに対応する像上の位置の指定を要求する。それらの位置(以下、指定位置と呼ぶ)が指定されたら、画像メモリ14に蓄積されている最新のデジタル画像データを用いて、直交2次元座標系 $uv$ における各指定位置の座標データ $(u_{3a}, v_{3a}), (u_{3b}, v_{3b}), (u_{3c}, v_{3c})$  \*

\*をそれぞれ算出する(図7参照)。そして、補正関数(数1及び数2)を用いて、各指定位置の座標データ $(u_{3a}, v_{3a}), (u_{3b}, v_{3b}), (u_{3c}, v_{3c})$ を、それぞれ、直交2次元座標系 $xy$ における座標データ $(x_{3a}, y_{3a}), (x_{3b}, y_{3b}), (x_{3c}, y_{3c})$ に座標変換する(図7参照)。そして、これらの座標データ $(x_{3a}, y_{3a}), (x_{3b}, y_{3b}), (x_{3c}, y_{3c})$ を、各指定位置の正規の座標データとする。

【0038】また、映像表示機器Aのボディ座標系として、直交3次元座標系 $XYZ$ を新たに定義する。本実施の形態で定義したボディ座標系 $XYZ$ は、図7に示すように、3つの測定点3a, 3b, 3cを含む平面を $XY$ 平面、対角方向に位置する2つの測定点3b, 3cを結ぶ線分70の midpoint  $O'$ を原点、上下に位置する2つの測定点3a, 3bを結ぶ線分に平行な直線を $Y$ 軸とするものである。そして、予めメモリ16に格納されている映像表示機器Aの設計情報に基づいて、ボディ座標系 $XYZ$ における各測定点3a, 3b, 3cの座標データ $(X_{3a}, Y_{3a}, Z_{3a}), (X_{3b}, Y_{3b}, Z_{3b}), (X_{3c}, Y_{3c}, Z_{3c})$ を算出する。

【0039】そして、ボディ座標系 $XYZ$ における各測定点3a, 3b, 3cの座標データ $(X_{3a}, Y_{3a}, Z_{3a}), (X_{3b}, Y_{3b}, Z_{3b}), (X_{3c}, Y_{3c}, Z_{3c})$ と、直交2次元座標系 $xy$ における各指定位置の座標データ $(x_{3a}, y_{3a}), (x_{3b}, y_{3b}), (x_{3c}, y_{3c})$ と、前処理で算出しておいた距離 $g$ とを利用して、数4及び数5に示したボディ座標系 $XYZ$ から直交2次元座標系 $xy$ への写像関数に含まれている6つの未知のパラメータ $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \beta, \gamma$ の値を決定する。具体的には、写像関数(数4及び数5)に、それぞれ、各測定点3a, 3b, 3cの座標データ $(X_{3a}, Y_{3a}, Z_{3a}), (X_{3b}, Y_{3b}, Z_{3b}), (X_{3c}, Y_{3c}, Z_{3c})$ と、各測定点3a, 3b, 3cに対応する指定位置の座標データ $(x_{3a}, y_{3a}), (x_{3b}, y_{3b}), (x_{3c}, y_{3c})$ を代入し、6つの連立方程式を作成して、その解として、6つのパラメータ $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \beta, \gamma$ の値を算出する。ここで、 $(\alpha, \beta, \gamma)$ は、ボディ座標系 $XYZ$ に対する3次元座標系 $xyz$ (直交2次元座標系 $xy$ と、 $xy$ 平面の法線 $z$ とからなる座標系)の姿勢を表わすパラメータであり、 $\alpha$ は、ボディ座標系 $XYZ$ の $X$ 軸周りの回転角であり、 $\beta$ は、ボディ座標系 $XYZ$ の $Y$ 軸周りの回転角であり、 $\gamma$ は、ボディ座標系 $XYZ$ の $Z$ 軸周りの回転角である。また、 $(X_0, Y_0, Z_0)$ は、ボディ座標系 $XYZ$ における撮像装置12の撮影レンズ12aの主点Fの3次元座標データである。

【0040】

【数4】

$$x = g \frac{a_{11}(X-X_0) + a_{12}(Y-Y_0) + a_{13}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0) + a_{32}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)} \quad \dots \text{数4}$$

【0041】

【数5】



11

12

$$y = g \frac{a_{21}(X-X_0) + a_{22}(Y-Y_0) + a_{23}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0) + a_{32}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)} \quad \dots \text{数5}$$

【0042】但し、 $a_{ij}$ は、次式により表される回転行 \* 【0043】  
列Rのi行j列成分である。 \* 【数6】

$$R = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots \text{数6}$$

【0044】尚、更に測定点の数を増やして最小二乗法 ※ の平方和P、Qが最小となるようにパラメータ $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \beta, \gamma$ の値をより正確に決定することができる。具体的には、数7、数8、数9、数10を利用して、残差 $\Delta x_i, \Delta y_i$  ※ 【0045】  
【数7】

$$x_i = g \frac{a_{11}(X_i - X_0) + a_{12}(Y_i - Y_0) + a_{13}(Z_i - Z_0)}{a_{31}(X_i - X_0) + a_{32}(Y_i - Y_0) + a_{33}(Z_i - Z_0)} + \Delta x_i \quad \dots \text{数7}$$

【0046】

$$y_i = g \frac{a_{21}(X_i - X_0) + a_{22}(Y_i - Y_0) + a_{23}(Z_i - Z_0)}{a_{31}(X_i - X_0) + a_{32}(Y_i - Y_0) + a_{33}(Z_i - Z_0)} + \Delta y_i \quad \dots \text{数8}$$

【0047】

【数9】

$$P = \sum \Delta x_i^2 \quad \dots \text{数9}$$

【0048】

【数10】

$$Q = \sum \Delta y_i^2 \quad \dots \text{数10}$$

【0049】その後、画像メモリ14に蓄積されている最新のデジタル画像データを用いて、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2a上に表示されているテスト用画像(図8参照)に含まれている各ドット $N(1, 1), \dots, N(m, n)$ の中心位置の直交2次元座標系 $u, v$ における座標データ $(u_{11}, v_{11}), \dots, (u_{mn}, v_{mn})$ を算出し、これらドット $(1, 1), \dots, N(m, n)$ の座標データ $(u_{11}, v_{11}), \dots, (u_{mn}, v_{mn})$ を、前処理で算出しておいた補正関数(数1及び数2)を用いて直交2次元座標系 $x, y$ における座標データ $(x_{11}, y_{11}), \dots, (x_{mn}, y_{mn})$ に座標変換する。そして、最小二乗法を用いて、最外周のドットの中心間を補間する曲線80a, 80b, 80c, 80dを算出する。

【0050】また、図9に示すように、直交2次元座標系 $x, y$ からボディ座標系 $X, Y, Z$ に、各ドット $N(1, 1), \dots, N(m, n)$ を逆写像する。即ち、予めメモリ1

6に格納されている映像表示機器Aの設計情報に基づいて、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aの表面を、ボディ座標系 $X, Y, Z$ における座標データを有する点群の包絡面 $f(X, Y, Z)$ として定義する。そして、前処理で算出しておいた距離 $g$ と、6つのパラメータ $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \beta, \gamma$ と、直交2次元座標系 $x, y$ における各ドット $N(1, 1), \dots, N(m, n)$ の座標データ $(x_{11}, y_{11}), \dots, (x_{mn}, y_{mn})$ を用いて、数4及び数5から、撮像装置12の撮影レンズ12aの主点Fと各分劃点ドット $N(1, 1), \dots, N(m, n)$ とを結ぶ直線 $L_{11}, \dots, L_{mn}$ の方程式を算出し、更に、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2a上に実在している点群 $N'(1, 1), \dots, N'(m, n)$ の座標データとして、これら各直線 $L_{11}, \dots, L_{mn}$ と包絡面 $f(X, Y, Z)$ との交点のボディ座標系 $X, Y, Z$ における座標データを算出する。

【0051】また、予めメモリ16に格納されている映像表示機器Aの設計情報に基づいて、ブラウン管2のパネル2aを囲む外枠3の縁上の点群のボディ座標系 $X, Y, Z$ における座標データを算出する。そして、最小二乗法を用いて、これら点群の間を補間する直線81a, 81b, 81c, 81dを算出する。そして、上下左右について、それぞれ、曲線80a, 80b, 80c, 80dと、直線81a, 81b, 81c, 81dとの間隔 $\Delta h, \Delta v$



b,  $\Delta h c$ ,  $\Delta v d$ を算出する。そして、最終的に、次式を用いて、映像表示機器のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの幾何学歪み量(左右の歪み量 $\Delta H a$ ,  $\Delta H c$ 、上下の歪み量 $\Delta V b$ ,  $\Delta V d$ )を算出し、その結果を出力装置17から出力する。

【0052】 $\Delta H a = \Delta h a_{max} - \Delta h a_{min}$

$\Delta H c = \Delta h c_{max} - \Delta h c_{min}$

$\Delta V b = \Delta v b_{max} - \Delta v b_{min}$

$\Delta V d = \Delta v d_{max} - \Delta v d_{min}$

ここで、 $\Delta h a_{max}$ 及び $\Delta h a_{min}$ は、曲線80aと直線81aとの間隔 $\Delta h a$ の最大値及び最小値であり、 $\Delta h c_{max}$ 及び $\Delta h c_{min}$ は、曲線80cと直線81cとの間隔 $\Delta h c$ の最大値及び最小値であり、 $\Delta v b_{max}$ 及び $\Delta v b_{min}$ は、曲線80bと直線81bとの間隔 $\Delta h b$ の最大値及び最小値であり、 $\Delta v d_{max}$ 及び $\Delta v d_{min}$ は、曲線80dと直線81dとの間隔 $\Delta v d$ の最大値及び最小値である。

【0053】尚、形状測定を続行する場合には、測定者は、前処理を繰り返すことなく、新たな測定対象とすべき映像表示機器を撮像装置の正面に配置して同様な作業を繰返し実行するだけでよい。撮像装置の撮影レンズの歪曲収差等に起因する画像歪みを補正するための補正関数(数1及び数2)を再度算出する必要はないからである。

【0054】このように、本形状測定方法によれば、撮像装置に対する映像表示装置の姿勢を調整しなくとも、撮像装置が撮像した像に基づいて、映像表示装置のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの幾何学的歪みを精度良く自動測定することができる。従って、例えば、撮像装置の正面に大量の映像表示機器がベルトコンベアで無造作に次々と搬送されてきても、個々の映像表示装置のブラウン管のパネル上に表示されているラスタの幾何学的歪みを精度良く測定することができる。即ち、本形状測定方法による形状測定を実行するための測定システムは、信頼性の高い効率的な測定を可能とする上に、少なくとも、1台の撮像装置と、処理部に相当する1台の情報処理装置と、1台のAD変換器とで構成することができるため、経済性に関する厳しい要求もクリアすることができる。

【0055】ところで、ラスタの幾何学調整工程において、その測定結果を有効に活用するために、図10に示したように、測定対象である映像表示装置に調整回路100を搭載するとよい。

【0056】この場合には、測定システムの処理部21のメモリ16に、予め、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aに表示されるラスタの歪みの許容量 $D_0$ を格納しておき、プロセッサ15が、この許容量 $D_0$ と測定結果 $D_1$ との差分データ( $D_1 - D_0$ )を算出し、これを通信インターフェース36を介して映像表示機器A側に送信するようにする。

【0057】そして、測定システム側から差分データ( $D_1 - D_0$ )を受信した映像表示機器A側では、調整回路100のCPU31が、補正用データとして、この差分データ( $D_1 - D_0$ )を機能別メモリ33に格納する。そして、偏向補正回路32は、機能別メモリ33に格納された差分データ( $D_1 - D_0$ )を参照して、これに応じた補正電流を偏向ヨーク35に与える。その結果、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aに表示されているラスタの歪みが修正される。

【0058】そして、最終的に、許容量 $D_0$ と測定結果 $D_1$ との差分データ( $D_1 - D_0$ )が許容範囲に収まったら、測定システムの処理部21のプロセッサ15は、映像表示機器A側に終了指令を与えるようにする。

【0059】そして、この終了指令を受け取った映像表示機器A側では、調整回路100のCPU31が、測定システム側から受信した最新の差分データ( $D_1 - D_0$ )を、最終データとしてメモリ34に格納する。そして、CPU31は、その後、メモリ34に格納されている最終データを用いて、機能別メモリ33に格納された補正用データを定期的にリフレッシュする。

【0060】このようにすることによって、映像表示機器Aのブラウン管2のパネル2aに表示される映像の画質を確実に向上させ、且つ、そのレベルを維持することができる。

【0061】尚、本実施の形態では、映像表示機器のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの形状を測定することとしているが、本形状測定方法は、結局のところは、既知の三次元形状を有する物体の表面上の特徴点の実在位置を、物体の姿勢を調整することなく高精度に測定する方法であるので、その用途は上記ラスタの形状測定に限定されるものではない。既知の三次元形状を有する表面上に現れたパターン形状を、物体の姿勢の調整が困難であるにも関わらず高精度に自動測定することが要求されている場合に、本形状測定方法の利用が非常に有効であることは言うまでもない。

【0062】

【発明の効果】本発明に係る形状測定方法によれば、物体の姿勢とは無関係に、物体の表面上の特徴点の位置を精度良く自動測定することができる。従って、例えば、映像表示機器のブラウン管のパネルに表示されたラスタの形状等を、映像表示機器の姿勢を調節しなくても精度良く自動測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る測定システムの構成例を示した図である。

【図2】前処理に際して使用する校正用装置の斜視図である。

【図3】前処理に際しての校正用装置の配置図である。

【図4】(A)は、校正用装置の校正板上に定義した直交2次元座標系 $x y$ を示した図であり、(B)は、撮影装置

15

12が撮像した像上に定義した直交2次元座標系 $u, v$ を示した図である。

【図5】映像表示機器の正面図である。

【図6】前処理における校正用装置の使用方法を説明するための図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る形状測定方法を説明するための概念図である。

【図8】映像表示機器のブラウン管のパネル上に表示されたテスト用画像を示した図である。

【図9】本発明の実施の形態に係る形状測定方法を説明するための概念図である。

【図10】映像表示機器のブラウン管のパネル上に表示されたラスタの歪みの修正を説明するための図である。

【図11】映像表示機器の正面図である。

【図12】従来のラスタの形状測定方法を説明するための図である。

【符号の説明】

2…映像表示機器のブラウン管

2a…映像表示機器のブラウン管のパネル

3…映像表示機器のブラウン管のパネルを囲う外枠

3a, 3b, 3c…映像表示機器のブラウン管のパネルを囲う外枠のコーナ

12…撮像装置

12a…撮像装置の撮影レンズ

\* 12b…撮像装置のCCD撮像素子

13…AD変換器

14…画像メモリ

15…プロセッサ

16…メモリ

17…出力装置

18…入力装置

19…信号発生器

20…映像回路

21…処理部

22…校正用装置の校正板

23…校正用装置の回転テーブル

24…校正用装置の傾斜テーブル

25…校正用装置の移動テーブル

31…CPU

33…機能別メモリ

32…偏向補正回路

34…メモリ

35…偏向ヨーク

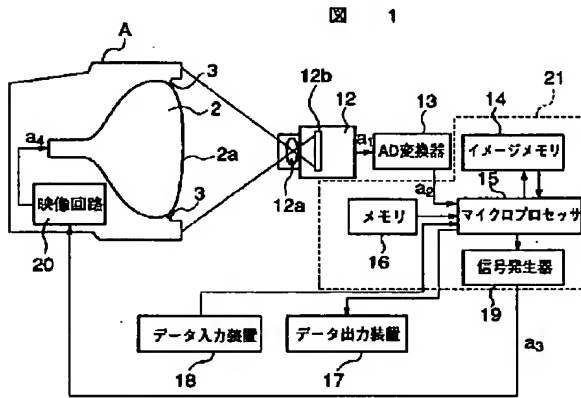
20 36…通信インターフェース

80a, 80b, 80c, 80d…テスト用画像上の最外周のドットの補間曲線

81a, 81b, 81c, 81d…映像表示機器のブラウン管のパネルを囲う外枠の縁上の点群の補間直線

16

【図1】

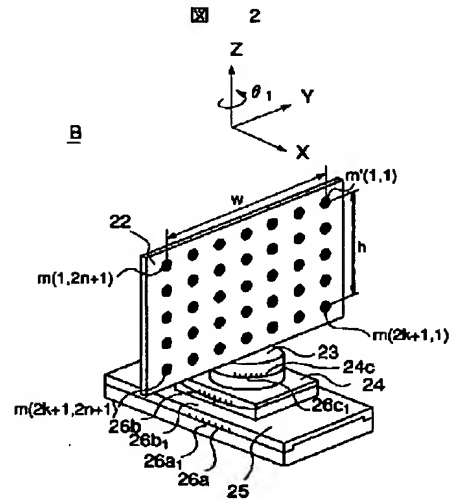


【図11】

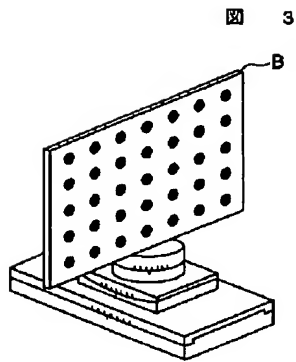
図 11



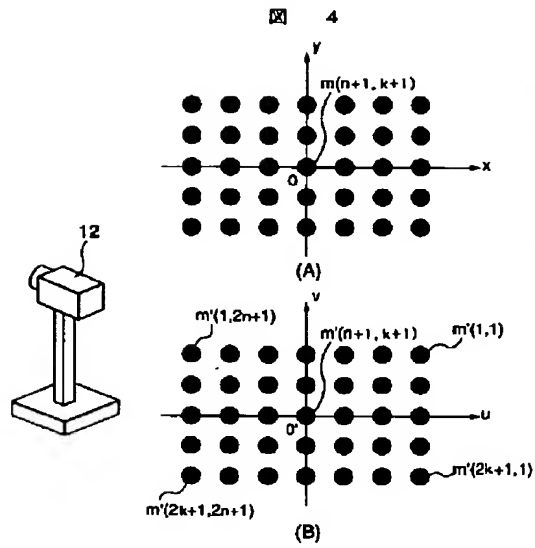
【図2】



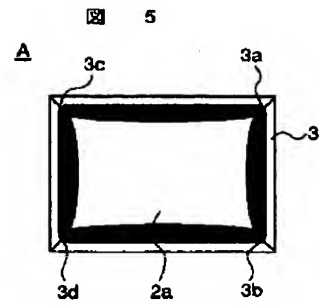
【図 3】



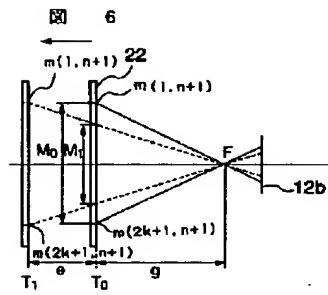
【図 4】



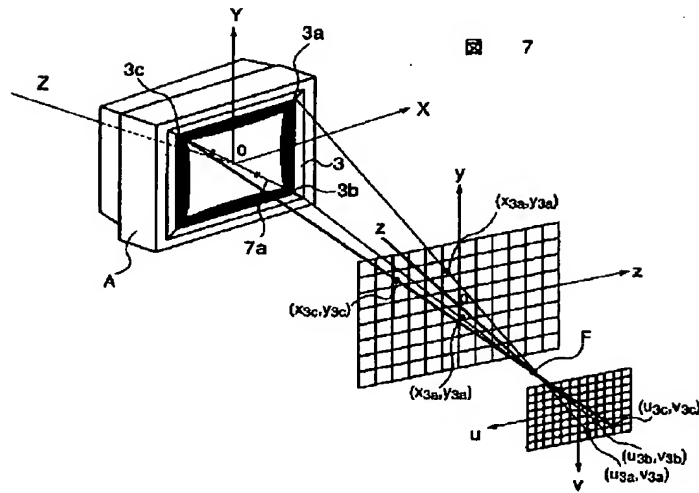
【図 5】



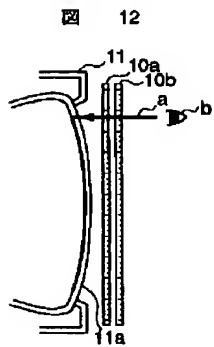
【図 6】



【図 7】

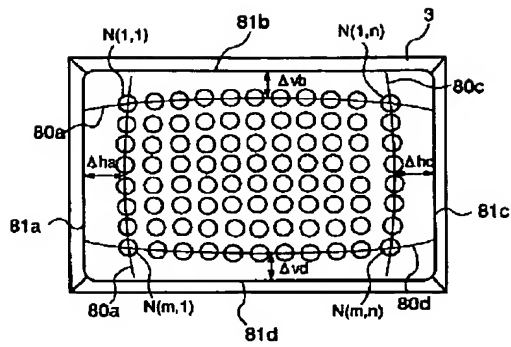


【図 12】



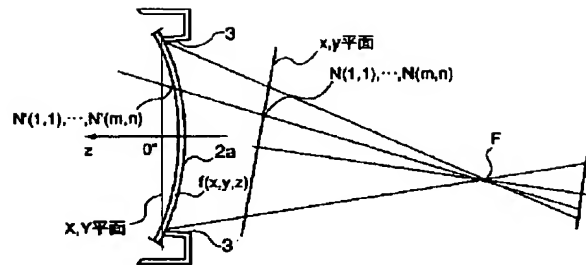
【図8】

図 8



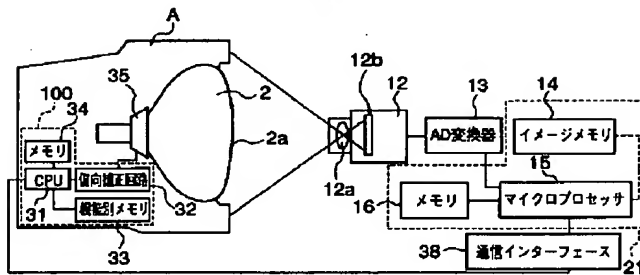
【図9】

図 9



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 田中 真司  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
 式会社日立製作所映像情報メディア事業部  
 内